

实验 虚拟现实情境下横穿马路行为的研究

(虚拟现实实验室, 2017 年 10 月)

1 实验背景

在发达国家进行的调查表明, 行人事故是最常见的交通事故, 儿童和青少年是发生事故最多的群体。近年来, 新西兰、英、美、加等国关于行人受伤的数据显示, 青少年群体受伤所占比例超过其他群体, 非致死性受伤事故呈现低年龄化的趋势。指导儿童判断何时可以安全的过马路这一举措的必要性得到了大多数人的呼吁。但是, 学界对于儿童横穿马路的行为和横穿马路错误的心理本质需要进一步更加深入的了解。已被证实的儿童横穿马路行为的两种主要不足分别是: (1)对可以安全穿过马路的位置的选择, (2)对于车流信息的利用。本研究着眼于后者, 探讨儿童对马路车流信息的利用与其顺利过马路行为的关系。

安全过马路被认为是一种认知动作技能 (Perceptual-motor skill), 其需要对马路车流信息的感知和可以安全的横穿马路的时机判断这两种过程的结合。判断一个车流空隙是否可以安全横穿马路需要三个条件, 即横穿马路计划路线和将要到达此路线的车辆所需的时间 (接触时间, time-to-contact), 个人在此条路线上的行走速度, 以及穿过此路线时最大允许的不接触到将要到达此路线的车辆的时间 (接触时间, time-to-contact)是否超出横穿马路个人用时。此外, 还有很多因素也对穿越马路起到影响, 比如大风、路面材质等环境因素以及携带重物、坡脚等个人因素。

之前的研究者为了提高过马路行为的情景效度, 采用伪装马路、两步任务和出声任务三种不同的方法进行研究。伪装马路实验采用在真实马路旁另设一条伪装马路的方法, 使用障碍物将伪装马路和真实马路分离以保证被试安全, 让行人以实际马路的车流作为参考, 仅对伪装马路进行穿越测试。两步任务和出声任务很相似, 其分别要求参与者站在离马路边两步的位置 (两步任务) 或马路边 (出声任务)。参与者被要求通过向前走两步到压力板 (两步任务) 或大声报告是否可以穿过马路 (出声任务) 来表明被试认为可以安全横穿马路的时机。三者都增强了实验的情境性, 但对于实验结果推广到真实的马路情境仍存在欠缺。

2 实验目的

之前的研究 (Gordon Simpson, 2003) 认为性别因素 (男、女) 和车辆因素 (过马路空隙的前后车辆间隔距离相同、过马路空隙的前后车辆速度相同) 和行人在虚拟现实条件下安全横穿马路的概率之间可能存在一定的相关, 本实验探讨这种相关, 即在虚拟现实马路情境下, 不同性别被试在相同车速和相同距离这两种条件对其横穿马路决策的影响。

3 实验分组

3.1 实验参与者与分组

一共 40 名学生（20 男生，20 女生）；分为两组，每组 10 男生，10 女生。

3.2 实验仪器和实验场景

实验仪器

实验在面积为 $6\text{m} \times 12\text{m}$ 的房间中进行，虚拟房间的面积是 $4\text{m} \times 4\text{m}$ 。实验场景用 Oculus[®] rift 头戴式显示器（HMD）呈现，如右图所示。被试的头部运动用 WorldViz[®] 的实时光学位置传感器系统和追踪系统进行位置追踪。

虚拟现实头戴式显示器参数（单眼）：分辨率为 640×480 ，刷新率为 60 帧/s，视角为 60° 。



虚拟场景

道路：宽 3m，有白色的边线和不连续的白色中线。

安全岛-Traffic island：宽 1m，长 3.5m。

机动车：宽 1.74m，长 4.38m，均为白色。

树：作为起始位置的标志物。

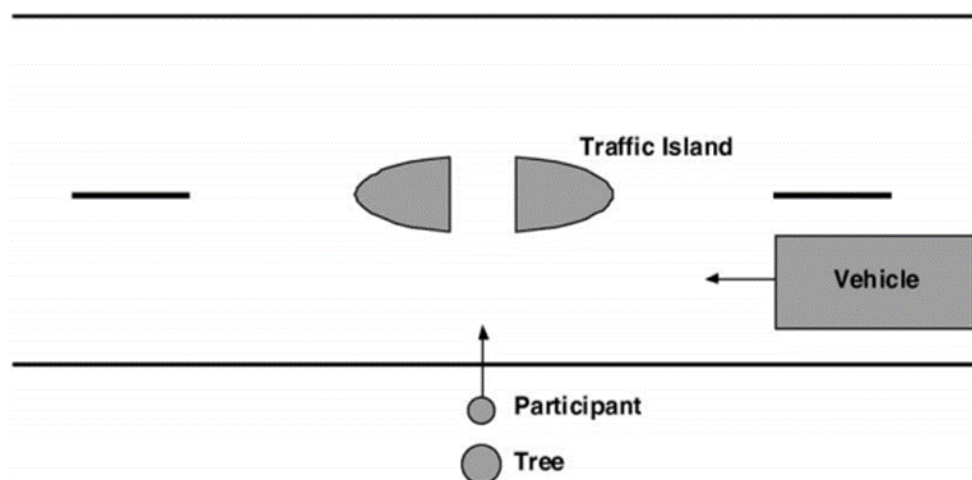


图 虚拟场景

4 实验设计

采用 2（性别：男、女） \times 2（情景类型：同等车速组、同等车距组）组内实验设计，考察不同性别被试在不同情景下过马路行为的差异。实验分为两组，每组 10 男生，10 女生，将被试随机分配到不同组，每个被试均需要参加不同情景类型的实验，即同等车速、同等车距这两种实验条件每个被试都要进行。采用 ABBA 平衡顺序效应。

每个被试需完成一次任务。每次任务包含 14 个试次，在每次任务中车流均从参与者右侧进入，在整个车流中共有 10 辆车，在十辆车全部经过后被试能在无车辆的情况下安全通过。每个试次中的第一辆车都会在 1.5s 之内到达参与者所在点的马路位置，迫使参与者不能在开始时直接过马路而是需要观察交通状况。

每次任务都分两种类型：固定车速的车辆和固定车距的车辆，每种类型包含三个水平，同等车速组分为 40、50 和 60km/h，同等车距组分为 65、75 和 85m。每个试次对应不同类型的各个水平。在“速度相同”模式中，机动车的间距会自动调整。在“距离相同”模式中，机动车的速度则会自动调整。实际的技术实现采用在任何类型（模式）中将两辆车出现的时间间隔随机设置为 4、6、8 和 10s，实验借此控制速度相同模式下的不同间距和距离相同模式下的不同速度。每次任务的前两个试次作为被试练习，分别测试固定车速和固定车距（顺序随机），然后开始 12 个试次的正式实验，6 次实验包含 3 个固定车速和 3 个固定车距（顺序随机），另外 6 次实验作为前 6 次实验的分别重复。

数据指标

碰撞（collisions）：在正式实验中，被试与机动车相撞的比例。

完美躲过（Tight fits）：车辆将要碰撞，但是尚未碰撞（在行人走完马路前，即将驶来的车辆到达行人路线的预计时间 $<1.5s$ ）。（**目前实验条件下不能测量此变量）

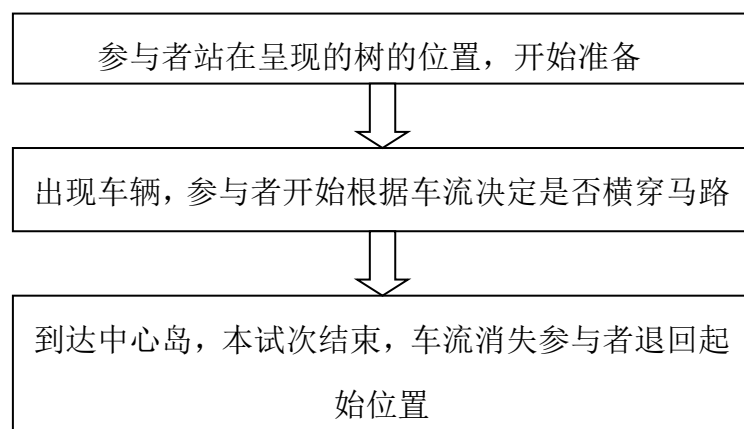
小心翼翼（Cautious crossing）：被试在所有车辆完全通过马路后才穿越马路到达中心岛。

穿越时间（Crossing time）：被试穿越马路所用时间的平均值。

犹豫不决（Rejected gaps）：被试在进行实际穿越前错过的各车辆空隙的平均时间。

错过多次（Number of gaps）：被试在进行实际穿越前错过的车辆空隙个数。

5 实验流程



注意：在到达中心岛并返回的过程中公路不会有车流。对于即将到达的车辆，被试允许做出比如停止前进、小跑等应对方式。

6 结果与分析

碰撞和恰好碰撞：重复测量 2 因素方差分析，组内变量为试次类型，组间变量为性别，探讨不同试次类型和性别在碰撞上是否会产生差异。

如果出现了假设中的那种不同性别和实验类型的穿越马路安全性的差别，结合之前文献和已经收集到的数据，那么你应该如何解释这种实验结果？你可以将被试分为安全穿越组和至少有一次不安全穿越组，将试次分为安全试次和不安全试次，尝试以收集到的其他数据（穿越间隔的间隔时间和跳过间隔的间隔平均时间）作为因变量，对性别、实验类型进行 ANOVA 分析，你也可以从被试跳过的间隔个数入手，分析在不同实验情景下被试安全和不安全过马路跳过段数的差异。你可以参考附件中的原始文献。你也可以阅读本实验的“实验原理和数据分析指南”。

7 结论

女性在横穿马路上同男性相比表现出更大的危险性；在横穿马路的决策中，同等车距要比同等车速更为重要，表明在横穿马路中更多的应用距离线索...等等

8 参考文献

- Land Transport Safety Authority, 2000. Motor accidents in New Zealand: Statistical Statement Calendar Year 2000. Wellington, New Zealand.
- Pitcairn, T.K., Eldmann, T., 2000. Individual differences in road crossing ability in young children and adults. Brit. J. Psychol. 91, 391–410.
- Thomson, J.A., Ampofo-Boateng, K., Lee, D.N., Grieve, R., Pitcairn, T.K., Demetre, J.D., 1998. The effectiveness of parents in promoting the development of road crossing skills in young children. Brit. J. Educ. Psychol. 68, 475–491.